

## SAFE INTER-VEHICLE DISTANCE DETERMINING DEVICE

**Patent number:** JP6144169 (A)

**Publication date:** 1994-05-24

**Inventor(s):** YONEKAWA TAKASHI

**Applicant(s):** TOYOTA MOTOR CORP

**Classification:**

- international: B60R21/00; B60T7/12; B60T8/172; B60W30/00; B60R21/00; B60T7/12; B60T8/17; B60W30/00; (IPC1-7): B60T7/12; B60R21/00

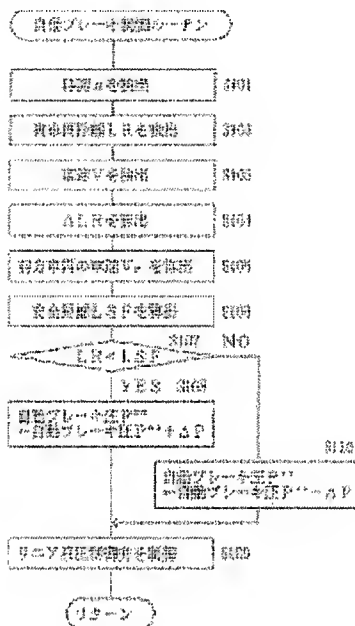
- european:

**Application number:** JP19920316343 19921029

**Priority number(s):** JP19920316343 19921029

#### Abstract of JP 6144169 (A)

**PURPOSE:** To improve the precision of the safe inter-vehicle distance by determining the safe inter-vehicle distance which is the minimum value of the inter-vehicle distance where a rear-end collision with a forward vehicle can be avoided if a vehicle brake is started in consideration of the friction coefficient of the road surface. **CONSTITUTION:** An automatic brake device detects the road surface  $\mu$ , actual inter-vehicle distance LR, and vehicle speed V respectively (S101-103), and it calculates the safe distance LSF based on the maximum deceleration generated in response to the road surface  $\mu$ , the time differential value DELTALR of the actual inter-vehicle distance LR, and the vehicle speed V (S104-106).; When the actual inter-vehicle distance LR is shorter than the safe distance LSF, the brake pressure is automatically increased (S107-109), and a rear-end collision with a forward vehicle is automatically avoided.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

特開平6-144169

(43) 公開日 平成6年(1994)5月24日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 0 T 7/12		C 9237-3H		
B 6 0 R 21/00		C 7812-3D		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平4-316343

(22) 出願日 平成4年(1992)10月29日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 米川 隆

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

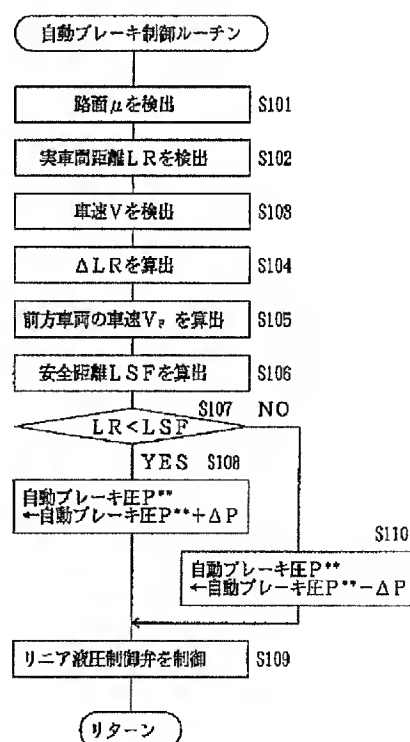
(74) 代理人 弁理士 神戸 典和 (外2名)

(54) 【発明の名称】 安全車間距離決定装置

(57) 【要約】

【目的】 車両制動を開始すれば前方車両への追突を回避することができる車間距離の最小値である安全車間距離を路面の摩擦係数をも考慮して決定することにより、安全車間距離の精度を向上させる。

【構成】 自動ブレーキ装置において、路面 $\mu$ 、実車間距離 $L R$ および車速 $V$ をそれぞれ検出するとともに (S101~103)、路面 $\mu$ に対応して発生し得る最大減速度と実車間距離 $L R$ の時間微分値 $\Delta L R$ と車速 $V$ とから安全距離 $L S F$ を算出する (S104~106)。さらに、実車間距離 $L R$ が安全距離 $L S F$ より短い場合には、ブレーキ圧を自動的に増圧し (S107~109)、これにより、前方車両への追突を自動的に回避する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 自車両の走行速度を検出する車速センサと、  
前記自車両が走行している路面の摩擦係数を取得する路面摩擦係数取得手段と、  
検出された車速および取得された路面摩擦係数に基づき、前記自車両の制動を開始すればその前方車両への追突を回避することができる車間距離の最小値である安全車間距離を決定する安全車間距離決定手段とを含むことを特徴とする安全車間距離決定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、制動を開始すれば前方車両への追突を回避することができる安全車間距離を決定する安全車間距離決定装置に関するものであり、特にその安全車間距離の精度を向上させる技術に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】自車両が前方車両に接近し過ぎたことを検出し、警報を発することにより運転者に車両を減速させる操作を促し、追突を未然に防止する追突警報装置や、自車両が前方車両に接近し過ぎたことを検出し、自動的に車両を減速させる自動追突防止装置（例えば、自動ブレーキ装置）が既に提案されている。自動ブレーキ装置の一例が実開昭62-149434号公報に記載されている。

【0003】これらの装置においては、制動を開始すれば前方車両への追突を回避することができる安全車間距離を決定する技術が不可欠である。そして、この技術は従来、前記公報にも記載されているように、自車両が走行している路面の摩擦係数とは無関係に、安全車間距離を決定するものであった。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、安全車間距離の精度を向上させ、前記警報の発信時期や前記自動減速の実行時期に誤りがないようにしたいという要望があり、本発明はこの要望を満たすことを課題としてなされたものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するために本発明は、図1に示すように、(a) 自車両の走行速度を検出する車速センサ1と、(b) 前記自車両が走行している路面の摩擦係数を取得する路面摩擦係数取得手段2と、(c) 検出された車速および取得された路面摩擦係数に基づき、前記自車両の制動を開始すればその前方車両への追突を回避することができる車間距離の最小値である安全車間距離を決定する安全車間距離決定手段3とを含む安全車間距離決定装置を提供することを要旨とする。

【0006】なお、本発明は例えば前記追突警報装置や

自動追突防止装置において実施することができる。

【0007】また、本発明における「安全車間距離決定手段3」は例えば、車速と路面摩擦係数のみから安全車間距離を決定する態様とすることができるが、車間距離の時間微分値は自車両の車速と前方車両の車速との差に等しいという事実を利用することにより、車間距離を逐次検出するとともに、その検出した車間距離の時間微分値と、前記検出された車速と、前記取得された路面摩擦係数とから、前方車両の車速を予測しながら安全車間距離を決定する態様とすることもできる。

## 【0008】

【作用】本発明に係る安全車間距離決定装置においては、車速センサ1により、自車両の走行速度が検出され、路面摩擦係数取得手段2により、自車両が走行している路面の摩擦係数が取得される。さらに、安全車間距離決定手段3により、少なくとも、検出された車速および取得された路面摩擦係数に基づいて安全車間距離が決定される。すなわち、安全車間距離が路面摩擦係数をも考慮されて決定されるのである。

## 【0009】

【発明の効果】このように、本発明によれば、路面摩擦係数をも考慮されて安全車間距離が決定されるため、安全車間距離の精度が向上するという効果が得られる。そして、本発明を前記追突警報装置において実施した場合には、警報の発信時期が路面摩擦係数との関係においても適正となるという効果が得られ、また、本発明を前記自動追突防止装置において実施した場合には、自動減速の実行時期が路面摩擦係数との関係においても適正となるという効果が得られることになる。

## 【0010】

【実施例】以下、本発明の一実施例である安全車間距離決定装置を含む自動ブレーキ装置を図面に基づいて詳細に説明する。

【0011】この自動ブレーキ装置は、電気制御式ブレーキシステムを備えた4輪車両に設けられている。この電気制御式ブレーキシステムは図2に示されているように、マスタシリンダ10および電気制御液圧源12が2位置弁14を介して4個の車輪FR、FL、RR、RLの各々のブレーキのホイールシリンダ20に接続されることによって構成されている。2位置弁14によりホイールシリンダ20の液圧源としてマスタシリンダ10と電気制御液圧源12とのいずれかが択一可能とされているのである。

【0012】マスタシリンダ10は2個の加圧室が互いに直列に並んだタンデム型であり、それら加圧室にブレーキペダル24の踏力Fに応じた高さの液圧を機械的に発生させる。そして、一方の加圧室は左右前輪FL、FRのホイールシリンダ20に接続され、他方の加圧室は左右後輪RL、RRのホイールシリンダ20に接続されている。

【0013】一方、電気制御液圧源12は、アキュムレータ30、リザーバ32から作動液を汲み上げてアキュムレータ30に蓄えさせるポンプ34、励磁電流に比例した高さに液圧を制御するリニア液圧制御弁40等を主体として構成されており、アキュムレータ30に蓄積された高い液圧をリニア液圧制御弁40により適当な高さに減圧して出力する。リニア液圧制御弁40は、スプールに互いに逆向きに作用する磁気力と液圧とをスプール自身によってバランスさせることにより液圧の高さを磁気力に対してリニアに変化させるものである。このリニア液圧制御弁40は各ホイールシリンダ20について個々に設けられていて、各ホイールシリンダ20のブレーキ圧を互いに独立に制御する。

【0014】前記2位置弁14も各ホイールシリンダ20について個々に設けられている。2位置弁14は、非通電状態では、マスタシリンダ10をホイールシリンダ20に連通させるとともに、リニア液圧制御弁40をホイールシリンダ20から遮断する位置にあるが、通電状態では、リニア液圧制御弁40をホイールシリンダ20に連通させるとともに、マスタシリンダ10をホイールシリンダ20から遮断する位置に切り換わる方向切換弁である。

【0015】それらリニア液圧制御弁40および2位置弁14は、図3に示されているように、駆動回路50、52を介してECU (Electronic Controlled Unit) 60の出力側に接続されている。一方、このECU60の入力側には、踏力センサ70、車間距離センサ72、車速センサ74、路面 $\mu$ センサ76、圧力センサ78等が接続されている。

【0016】ここにおいて、踏力センサ70は、ブレーキペダル24の踏力Fを検出するものである。車間距離センサ72は、例えば電波式、超音波式、画像マッチング式により、自車両と前方車両との実車間距離LR (図6参照)を検出するものである。車速センサ74は、車両の走行速度である車速Vを検出するものである。路面 $\mu$ センサ76は、路面の凹凸状態から路面の摩擦係数(以下、「路面 $\mu$ 」という)を直接に検出するものである。圧力センサ78は、各ホイールシリンダ20について個々に設けられていて、その実ブレーキ圧Pを検出するものである。

【0017】すなわち、本実施例においては、路面 $\mu$ センサ76が本発明における「路面摩擦係数取得手段2」の一態様なのであるが、例えば、アンチロック制御中における車両加速度から間接に路面 $\mu$ を検出する態様としたり、車両加速中における遊動輪と駆動輪とのスリップ量の差から間接に路面 $\mu$ を検出する態様としたり、雨滴センサにより路面が濡れているか否かを予測し、その結果から間接に路面 $\mu$ を検出する態様とすることもできる。さらに、本出願人の特願平4-178948号明細書に記載されているように、左右輪を互いに連結する差

動装置であってその差動制限量が可変なものを備えた車両において、その差動制限量的変化量と左右輪の回転速度差の変化量との関係が路面 $\mu$ に応じて変化するという事実を利用することにより、間接に路面 $\mu$ を検出する態様とすることもできる。この態様によれば、前記路面 $\mu$ を直接に検出する態様と同様に、車両が限界状態に近い状態になる以前にも路面 $\mu$ を検出し得る。

【0018】ECU60はCPU、ROMおよびRAMを含むコンピュータを主体として構成されており、そのROMに図4にフローチャートで表されている踏力ブレーキ圧制御ルーチン、図5にフローチャートで表されている自動ブレーキ制御ルーチン、図示しないアンチロック制御ルーチンを始めとする各種ルーチンが予め記憶させられている。入力された各種信号に基づいてCPUがそれらルーチンを実行することにより、電気制御液圧源12が正常であるか否かが逐次判定され、正常であると判定された場合には、2位置弁14が通電状態とされ、踏力ブレーキ圧制御、自動ブレーキ制御およびアンチロック制御が実行される。

【0019】図4の踏力ブレーキ圧制御ルーチンは、概略的に説明すれば、ブレーキペダル24の踏力Fに見合った大きさの車両減速度を実現するのに適当な制動力が各輪に発生するように、リニア液圧制御弁40を介してブレーキ圧を制御するものである。

【0020】本ルーチンは一定時間ごとに実行される。各回の実行時にはまず、ステップS1(以下、単にS1という。他のステップについても同じとする)において、踏力センサ70から踏力Fが取り込まれ、続いて、S2において、その踏力Fに対応する目標ブレーキ圧P\*が各輪について決定される。両者の関係が予めROMに記憶させられていて、その関係を用いて目標ブレーキ圧P\*の今回値が決定されるのである。その後、S3において、その目標ブレーキ圧P\*が実現されるようにリニア液圧制御弁40が制御される。リニア液圧制御弁40は圧力センサ78を介して実ブレーキ圧Pをフィードバックされつつ制御される。以上で一回の実行が終了する。

【0021】一方、図5の自動ブレーキ制御ルーチンは、概略的に説明すれば次のようになる。

【0022】現在車速Vで走行している自車両が限界制動、すなわち、路面 $\mu$ と等しい大きさの車両減速度での制動を開始したとすれば、停止距離LSTは、

$$(1/(2 \cdot \mu)) \cdot V^2$$

で表される。したがって、図7に示されているように、前方車両を固定して考えれば、すなわち、自車両の制動開始時に前方車両が急停車したと考えれば、安全距離LSFは、その停止距離LSTとなる。しかし、実際には、図8に示されているように、前方車両は車速V<sub>F</sub>で走行しているから、自車両が停止するまでに、すなわち、上記停止距離LSTを走行するのにかかる時間 $\Delta t$

5

が経過するまでに、前方車両は $V_f \cdot \Delta t$ だけ前進していることになる。したがって、自車両は、前方車両への追突を回避するために、前方車両から後方に上記停止距離 $L_{ST}$ だけ離れた位置から限界制動を開始しなければならないわけではなく、その位置から $V_f \cdot \Delta t$ だけ前進した位置から限界制動を開始すればよいこととなる。一方、前方車両の車速 $V_f$ は、 $V + \Delta L R$ （ただし、 $\Delta L R$ は、実車間距離 $L R$ の時間微分値である）である。したがって、安全距離 $L_{SF}$ は、路面 $\mu$ を考慮し、かつ、それを最大限に利用した制動を仮定し、かつ、前方

車両の車速 $V_f$ をも考慮すれば、

$(1 / (2 \cdot \mu)) (V^2 - (V + \Delta L R)^2)$

で表されることになる。

【0023】ところで、車両の停止距離は、人間の反応に必要な時間やペダル乗せ替え時間などの遅れ時間が存在するため、車両制動による実質的な制動距離にその遅れ時間の間の空走距離を加算したものとなる。したがって、運転者側からみれば、それら制動距離と空走距離との和が安全距離 $L_{SF}$ となる。しかし、自動ブレーキ装置側からみれば、遅れ時間の存在を考慮する必要はない。したがって、自動ブレーキ装置においては、上記制動距離それ自体が安全距離 $L_{SF}$ とされており、実車間距離 $L R$ がその安全距離 $L_{SF}$ より短くなったときに自動ブレーキを作用させる必要があると判定し、車両を自動的に減速させる。

【0024】次にこの自動ブレーキ制御ルーチンを図5に基づいて具体的に説明する。このルーチンは、図4の踏カブレーキ圧制御が実行されていない状態、すなわちブレーキ非操作状態で一定時間ごとに実行され、ブレーキ操作状態に移行すれば直ちに実行が終了する。各回の実行時にはまず、S101において、前記路面 $\mu$ センサ76により現在の路面 $\mu$ が検出され、続いて、S102において、車間距離センサ72により現在の実車間距離 $L R$ が検出され、その後、S103において、車速センサ74により現在の車速 $V$ が検出される。さらに、S104において、実車間距離 $L R$ の今回値から前回値を差し引くことによって実車間距離 $L R$ の時間微分値 $\Delta L R$ が算出され、続いて、S105において、その時間微分値 $\Delta L R$ と上記車速 $V$ との和が前方車両の現在の車速 $V_f$ とされる。

【0025】続いて、S106において、安全距離 $L_{SF}$ が算出される。具体的には、

$L_{SF} = (1 / (2 \cdot \mu)) (V^2 - (V_f)^2)$

なる式を用いて安全距離 $L_{SF}$ が算出される。その後、S107において、実車間距離 $L R$ が安全距離 $L_{SF}$ より短いかが判定される。短いと仮定すれば、判定がYESとなり、S108において、自動ブレーキ圧 $P^{**}$ の今回値がその前回値に一定の増圧量 $\Delta P$ を加算したものとされ、S109において、その自動ブレーキ圧 $P^{**}$ の今回値が実現されるようにリニア液圧制御弁40

6

が制御される。なお、実車間距離 $L R$ が安全距離 $L_{SF}$ より短いと判定し続けられる限り、ブレーキ圧 $P$ が増圧し続けられることとなるが、アンチロック制御の実行によりブレーキ圧 $P$ が過増圧となって車輪がロックするような事態には至らない。これに対して、今回は、実車間距離 $L R$ が安全距離 $L_{SF}$ より短くはないと仮定すれば、S107の判定がNOとなり、S110において、自動ブレーキ圧 $P^{**}$ の今回値がその前回値から一定の減圧量 $\Delta P$ を減算したものとされ、S109において、その自動ブレーキ圧 $P^{**}$ の今回値が実現されるようにリニア液圧制御弁40が制御される。以上で本ルーチンの一回の実行が終了する。なお、自動ブレーキ圧 $P^{**}$ は、前記踏カブレーキ圧制御ルーチンの実行開始に伴って0にリセットされるようになっている。

【0026】なお、電気制御液圧源12が有効とされた場合には、2位置弁14によりマスタシリンダ20からの作動液の排出、すなわちブレーキペダル24の変位が阻止されるため、ブレーキ操作感がかなり硬いものとなる。そのため、電気制御液圧源12が有効とされた場合でも、マスタシリンダ10が有効とされた場合とほぼ同じようなブレーキ操作感が得られるようにするために、図2に示されているように、マスタシリンダ10の加圧室にノーマルクローズ型の電磁開閉弁である2位置弁90を介してストロークシミュレータ92が接続されている。電気制御液圧源12が有効とされている間、2位置弁90が通電されて開状態に保たれることにより、マスタシリンダ10から排出された作動液が圧力下に蓄積され、これにより、ブレーキペダル24の変位が擬似的に実現されるのである。

【0027】以上、電気制御液圧源12が正常であると判定された場合について説明したが、正常ではないと判定された場合には、ECU60は2位置弁14および90を非通電状態としてマスタシリンダ10を有効とし、ブレーキペダル24の操作に応じてホイールシリンダ20のブレーキ圧が機械的に変化させられる状態とする。

【0028】以上の説明から明らかなように、本実施例においては、路面 $\mu$ をも考慮されて安全距離 $L_{SF}$ が決定されるようになっているため、安全距離 $L_{SF}$ の精度が向上し、ひいては自動ブレーキの開始時期が路面 $\mu$ との関係においても適正となって、開始時期が早過ぎる自動ブレーキも遅過ぎる自動ブレーキも防止されるという効果が得られる。

【0029】さらに、本実施例においては、実車間距離 $L R$ の時間微分値 $\Delta L R$ を用いて前方車両の車速 $V_f$ が予測され、それをも勘案して安全距離 $L_{SF}$ が決定されるようになっているため、このことによっても安全距離 $L_{SF}$ の精度が向上するという効果が得られる。

【0030】以上の説明から明らかなように、本実施例においては、路面 $\mu$ センサ76が本発明における「路面摩擦係数取得手段2」の一態様を構成し、ECU60の

うち図5のS101~106を実行する部分が車間距離センサ72と共同して本発明における「安全車間距離決定手段3」の一態様を構成しているのである。

【0031】以上、本発明の一実施例を図面に基づいて詳細に説明したが、この他にも特許請求の範囲を逸脱することなく、当業者の知識に基づいて種々の変形、改良を施した態様で本発明を実施することができるのはもちろんである。

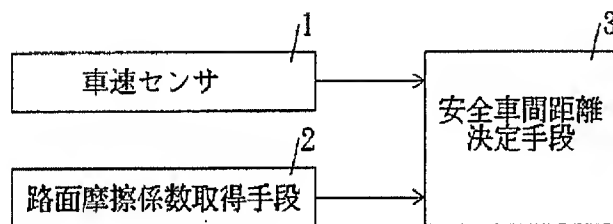
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の構成を概念的に示すブロック図である。

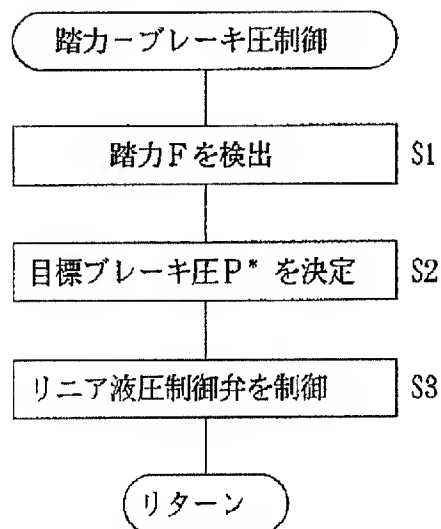
【図2】本発明の一実施例である安全車間距離決定装置を含む自動ブレーキ装置が設けられている電気制御式ブレーキシステムを示すシステム図である。

【図3】その自動ブレーキ装置の電気系統を示すブロック図である。

【図1】



【図4】



【図4】図3におけるECUのコンピュータにより実行される踏力-ブレーキ圧制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図5】そのコンピュータにより実行される自動ブレーキ制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図6】その自動ブレーキ制御ルーチンにおける安全車間距離決定原理を説明するための図である。

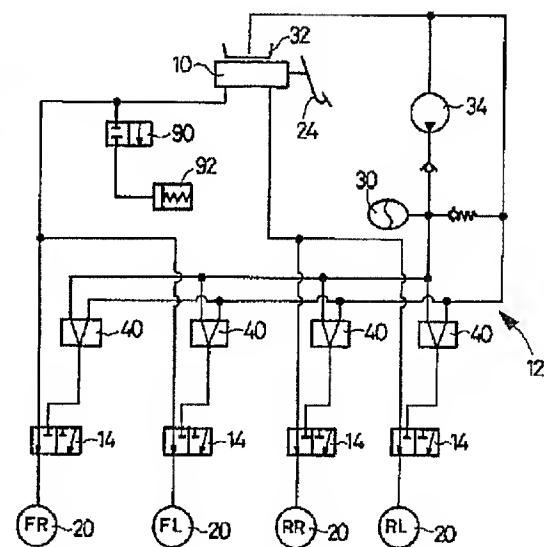
【図7】上記自動ブレーキ制御ルーチンにおける安全車間距離決定原理を説明するための図である。

【図8】上記自動ブレーキ制御ルーチンにおける安全車間距離決定原理を説明するための図である。

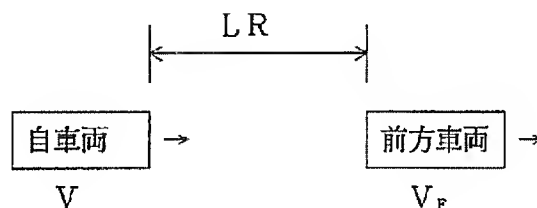
【符号の説明】

- 60 ECU
- 72 車間距離センサ
- 74 車速センサ
- 76 路面 $\mu$ センサ

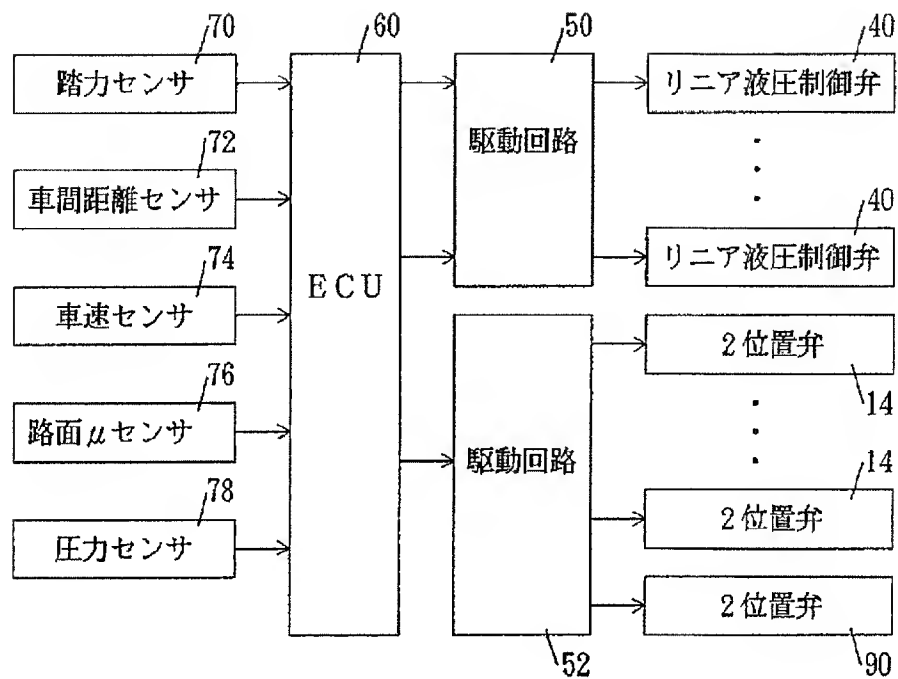
【図2】



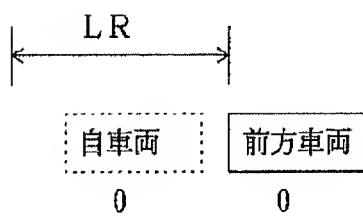
【図6】



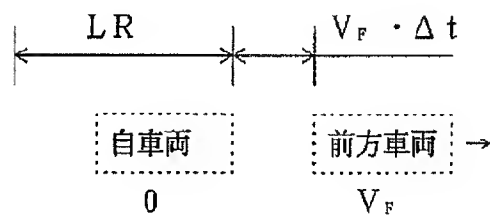
【図3】



【図7】



【図8】



【図5】

